



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 41 35 257 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
F 01 L 1/12
F 01 L 1/18
F 01 L 1/08
F 01 L 1/34

②1 Aktenzeichen: P 41 35 257.2
②2 Anmeldetag: 25. 10. 91
④3 Offenlegungstag: 29. 4. 93

DE 41 35 257 A 1

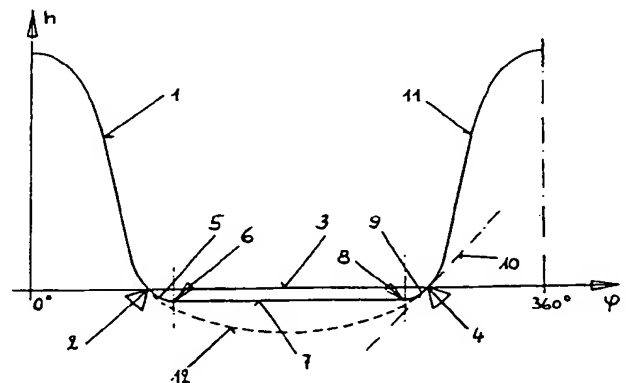
⑦1 Anmelder:
Kuhn, Peter, Prof. Dr.-Ing., 6940 Weinheim, DE
⑦4 Vertreter:
Zahn, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 7500 Karlsruhe

⑦2 Erfinder:
Kuhn, Peter, Prof. Dr.-Ing., 6940 Weinheim, DE;
Kachel, Gerhard, Dipl.-Ing., Schön, Helmut,
Dipl.-Ing., 7500 Karlsruhe, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt.

⑤4 Vorrichtung zur Betätigung der Ventile in Verbrennungsmotoren mittels umlaufender Nocken

⑤7 Bei einer Vorrichtung zur Betätigung der Ventile in Verbrennungsmotoren mittels eines Kurvengetriebes, die aus einem Gehäuse und einem mit dem Gehäuse umlaufähig verbundenen Nocken besteht und wobei ein Abtriebsglied (Stößel) vorgesehen ist, welches in einem Dreh- oder Schubgelenk mit dem Gehäuse verbunden ist und die Bewegung auf das Ventil überträgt, wird für den Nocken eine solche Formgebung vorgeschlagen, daß im Intervall zwischen dem Schließen und dem erneuten Öffnen des Ventils die vom Nocken im Kurvengelenk in Normalrichtung übertragene Beschleunigung vom Nocken weg (positiv) gerichtet ist.
Damit wird ein Kurvenrastgetriebe vorgeschlagen, das hinsichtlich der Geräuscentwicklung und der Materialbeanspruchung verbesserte Eigenschaften aufweist, und zwar ohne daß der konstruktive Aufwand wesentlich vergrößert wird.



DE 41 35 257 A 1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Betätigung der Ventile in Hubkolben-Verbrennungsmotoren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 beziehungsweise des Patentanspruchs 6.

Zur Betätigung der Ventile mit nicht veränderbarer Ventilhubkurve sind drei- und mehrgliedrige Kurvenrastgetriebe bekannt und finden in heutigen Hubkolbenmotoren verbreitete Anwendung. Zur Betätigung der Ventile mit veränderbarer Ventilhubkurve sind ebenfalls vier- und mehrgliedrige Kurvenrastgetriebe bekannt (vgl. DE-OS 38 33 540 und PCT-FR 82/00 221). Die Ventile werden jeweils von Steuernocken betätigt, die mit einem weiteren Getriebeglied zusammenwirken, dessen Bewegung eventuell über weitere Getriebeglieder auf das Ventil übertragen wird.

Im Hinblick auf die in der genannten Offenlegungsschrift beschriebene Vorrichtung zur Ventilbetätigung an Verbrennungsmotoren haben sich zwei Punkte ergeben, die als verbesserungswürdig anzusehen sind. Einerseits handelt es sich um die Problematik der von den Nocken auf die Abtriebsglieder, d. h. die Stößel, übertragene Bewegung beziehungsweise Beschleunigung während des Intervalls zwischen "Schließen" und "Öffnen" des Ventils; andererseits handelt es sich um ein tribologisches Problem, d. h. darum, das die Drehbewegung der Nocken als lineare Bewegung auf die Ventile übertragende Zwischenglied bezüglich der Reibung und Schmierung zu optimieren. Bei entsprechender Gestaltung des Getriebes sind bei einer Vorrichtung der gattungsgemäßen Art beide Teilaufgaben zu lösen, wobei dann gesamtheitlich betrachtet, ein Verbrennungsmotor mit besserem Wirkungsgrad und erhöhter Lebensdauer entsteht.

Was den vorgenannten Problempunkt bezüglich der Stößelbeschleunigung angeht, so ist der Hintergrund darin zu sehen, daß es sich beim Betrieb der gattungsgemäßen Vorrichtung beziehungsweise beim Laufen eines Verbrennungsmotors im Hinblick auf Geräuschemission und Materialbeanspruchung als nachteilig erwiesen hat, wenn der Kontakt zwischen Stößel und Nocken, während des Intervalls zwischen "Schließen" und "Öffnen" der Ventile verloren geht. Dieses Problem ist zwar nicht neu und es wurde bisher dadurch gelöst, daß der Stößel mit dem Nocken über einen Federmechanismus in Berührung gehalten wurde ... im Hinblick auf den konstruktiven Aufwand und den zusätzlichen Raumbedarf ist die genannte Lösung jedoch nicht als optimal zu bezeichnen.

Der Erfindung liegt mithin die Aufgabe zugrunde, drei- und mehrgliedrige Kurvenrastgetriebe zum Antrieb der Ventile in Verbrennungsmotoren hinsichtlich Geräuschemission und Materialbeanspruchung zu verbessern und zwar ohne den konstruktiven Aufwand wesentlich zu vergrößern.

Was den Problempunkt der Reibung beziehungsweise Schmierung angeht, so hat es sich im Hinblick auf das in der DE-OS 38 33 540 beschriebene Getriebe gezeigt, daß an den Kontaktstellen Zwischenglied/Gehäuse und Zwischenglied/Abtriebsglied während der Ventilrast eine erhöhte Reibung entsteht; darüberhinaus hat es sich gezeigt, daß aufgrund des ständigen Kraftschlusses an der Kontaktstelle Zwischenglied/Abtriebsglied ungünstige Schmierverhältnisse vorliegen.

Beide Problempunkte sind je für sich zu eliminieren, wobei — wie erwähnt — auch die gemeinsame Verwendung der Lösungsvorschläge sinnvoll, d. h. synergistisch

wirkungsvoll sein soll.

Was die Stößelbeschleunigung beziehungsweise den Kontakt zwischen dem Stößel und der Nocke betreffende Problematik anbelangt, so ist in Verbindung mit einer Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 vorgesehen, daß das Getriebeglied, welches direkt vom Nocken über ein Kurvengelenk betätigt wird durch die spezifische Formgebung des Nockens in ständigem Kontakt mit dem Nocken gehalten wird. Die Nockenform ist daher gekennzeichnet durch ausschließliche positive Stößelbeschleunigung wenigstens annähernd im gesamten Intervall zwischen dem "Schließen" des Ventils und dem erneuten "Öffnen" des Ventils, so daß der Stößel durch seine Massenträgheit an den Nocken angeedrückt wird.

Weiterbildungen dieser Vorrichtung sind Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 5.

Ist der Stößel das Übertragungsglied zwischen der Drehbewegung des Nockens und der Dreh- oder Schubbewegung des Abtriebsgliedes, welches die Bewegung auf das Ventil überträgt, und ist zu dieser Bewegungsübertragung ein weiteres Kurvengelenk am Stößel notwendig, so ist es erforderlich, für die Bewegungsfreiheit des Stößels im Ventilastbereich zu sorgen. In der eingangs erwähnten DE-OS 38 33 540 sind solche Getriebe zur variablen Betätigung der Ventile in Hubkolbenmotoren beschrieben.

Als unterstützende Maßnahme zur Erhaltung des Kontaktes im Kurvengelenk zwischen Nocken und Stößel wird erfindungsgemäß das Abtriebsglied während der Ventilrast einerseits am Ventil und andererseits direkt am Gehäuse abgestützt. Damit ist der Stößel in Richtung der Gelenkfreiheit des Dreh- oder Schubgelenkes zwischen Stößel und Abtriebsglied nahezu reibungsfrei beweglich.

Die konstruktive Lösung des genannten Problems besteht bei einem Getriebe der im Oberbegriff des Patentanspruchs 6 definierten Art darin, daß die gehäuseseitige Abstützung des Stößels während der Ventilrast den Stößel übergreift und direkt das Abtriebsglied abstützt. Wegen der kurzen Kraftwege bei dieser Abstützung ist im Ventilastbereich ein sehr kleines Spiel zwischen Abtriebsglied und Stößel, bzw. zwischen Stößel und Gehäuse erreichbar und der Stößel nahezu reibungsfrei beweglich.

Weiterbildungen der im Anspruch 6 spezifizierten Vorrichtungen sind Gegenstand der Ansprüche 7 und 8. Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Diese zeigt in

Fig. 1 einen typischen Verlauf des Ventil- und Stößelhubes über einen kompletten Nockenlauf um 360°, und zwar sowohl zunächst gemäß Stand der Technik als auch gemäß der erfindungsgemäßen Konzeption;

Fig. 2 den Verlauf der Beschleunigung des Stößels gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Ventilbetätigung in einem Verbrennungsmotor mit einer Abstützung zur Entlastung des Zwischengliedes während der Ventilrast;

Fig. 4 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Ventilbetätigung in einem Verbrennungsmotor mit einer Abstützung zur Entlastung des Zwischengliedes während der Ventilrast.

Fig. 1 zeigt unter anderem einen typischen Verlauf des Ventilhubes, bzw. des Hubes des vom Nocken angetriebenen Getriebegliedes, im folgenden Stößel genannt, über dem Nockendrehwinkel ϕ für eine volle Periode von 360°. Ausgehend von der Stellung des

größten Ventilhubes nehmen der Ventilhub und der Stößelhub gleichermaßen entsprechend dem Kurvenstück 1 ab. Beim Punkt 2 setzt das Ventil auf seinem Sitz auf und seine Bewegung folgt dem Kurvenstück 3, einer Geraden, bis zum Punkt 4. Ab dem Punkt 2 sind die Bewegungsverläufe für Ventil und Stößel unterschiedlich, der Stößel folgt dem Nocken entlang dem Kurvenstück 5 bis zum Punkt 6. In diesem Bereich bleibt der Stößel an den Nocken angedrückt, da im Kurvenstück 5 eine positive Beschleunigung vorliegt. Nach dem Punkt 6 ist dies nicht mehr der Fall, so daß der Stößel im weiteren Verlauf eine Lage zwischen dem Kurvenstück 3 und dem Kurvenstück 7 einnehmen wird, welches durch den Nockengrundkreis gegeben ist. Der Verlauf der Stößelbewegung zwischen den Kurvenstücken 3 und 7 hängt von verschiedenen Störgrößen ab, unter anderen von Motorvibrationen und kann nicht vorausbestimmt werden.

Folgt nun der Stößel zufällig der Linie 7, liegt er also am Nockengrundkreis an, so wird er ab dem Punkt 8 auf dem Kurvenstück 9 beschleunigt und erreicht im Punkt 4 die durch die Steigung der Tangente 10 veranschaulichte Geschwindigkeit. Ab dem Punkt 4 nimmt der Stößel das Ventil mit und beide bewegen sich entsprechend dem Kurvenstück 11 weiter.

Bei Punkt 4 muß also das Ventil durch Stoß auf die Geschwindigkeit des Stößels beschleunigt werden, was hinsichtlich Materialbeanspruchung und Geräusch nachteilig ist.

Folgt nun der Stößel zufällig dem Kurvenstück 3, liegt er also am Ventil an, so muß im Punkt 4 nicht nur das Ventil, sondern auch der Stößel durch Stoß auf die durch die Steigung der Tangente 10 veranschaulichte Geschwindigkeit beschleunigt werden. Die Verhältnisse hinsichtlich Materialbeanspruchung und Geräusch liegen somit wesentlich ungünstiger als im ersten Fall.

Um nun günstigere Verhältnisse wie im ersten Fall zu erhalten ist es offenbar notwendig, den Stößel in ständigem Kontakt mit dem Nocken zu halten.

Den mit der erfindungsgemäßen Nockenform im genannten Intervall erreichten Hubverlauf des Stößels zeigt in Fig. 1 ein Kurvenstück 12. Der gesamte Hubverlauf des Ventils folgt also den Kurvenstücken 1, 3 und 11; der Hubverlauf des Stößels folgt den Kurvenstücken 1, 12 und 11.

Da es lediglich darauf ankommt, den Stößel in ständigem Kontakt mit dem Nocken zu halten genügt eine kleine Beschleunigung im Verhältnis zur größten auftretenden Beschleunigung, was durch die verhältnismäßig schwache Krümmung des Kurvenstücks 12 veranschaulicht wird. Da einerseits eine gewisse Mindestbeschleunigung im Kurvenstück 12 notwendig ist, andererseits eine höhere Beschleunigung nur nutzlose Reibung zur Folge hätte, ist eine in etwa gleichbleibend niedrige Beschleunigung im Kurvenstück 12 sinnvoll.

Weiter ist es zur Erzielung eines ruhigen Laufes vorteilhaft, die beiden Bereiche mit hoher Beschleunigung an den Nockenflanken mit dem Bereich niedriger Stößelbeschleunigung bei geschlossenem Ventil lückenlos aneinanderzufügen, so daß nur ein einziges Intervall mit ausschließlich positiver Stößelbeschleunigung existiert. Der so entstehende, erfindungsgemäße Verlauf der Stößelbeschleunigung ist in Fig. 2 über dem Nockendrehwinkel aufgetragen. Das Intervall 13 mit ausschließlich positiver Beschleunigung ist zusammengesetzt aus einem mittleren Teil 14 mit kleiner Beschleunigung und zwei Teilen 15 mit hoher Beschleunigung in den Randbereichen des Intervalls.

Der dargestellte Beschleunigungsverlauf kann zu einem äquivalenten, sprungstellenfreien Verlauf modifiziert werden. Darüberhinaus kann der erfindungsgemäße Beschleunigungsverlauf nicht nur auf eine lineare Bewegung eines in einem Schubgelenk geführten Stößels angewendet werden, sondern auch auf eine Drehbewegung eines in einem Drehgelenk geführten Kipp- oder Schlepphebels.

Der soweit beschriebene Teil der vorliegenden Erfindung betrifft also den Kraftschluß zwischen Stößel und Nocken bei geschlossenem Ventil und wirkt sich positiv im Hinblick auf die Materialbeanspruchung und im Hinblick auf die Laufruhe eines mit einer erfindungsgemäß wirkenden Nocke bestückten Getriebes aus. Bezüglich der Materialbeanspruchung sind — wie eingangs erwähnt — weitere positiv wirkende Maßnahmen vorgesehen. Ausgegangen wird dabei von einem Getriebe der in der DE-OS 38 33 540 beschriebenen Art, bei dem die Verhältnisse bezüglich Reibung und Schmierung insofern verbessert werden sollen, daß einerseits der mechanische Wirkungsgrad des Motors erhöht und andererseits der Verschleiß im Ventilgetriebe verringert wird.

Die Lösung dieses Problems besteht darin, daß sich während der Ventilrast das Abtriebsglied am Gehäuse in der Weise abstützt, daß sich zwischen dem Abtriebsglied und dem Zwischenglied und/oder zwischen dem Zwischenglied und dem Gehäuse ein definiertes Spiel einstellt. Dadurch wird erreicht, daß sich das Zwischenglied während der Ventilrast weitgehend reibungsfrei bewegen kann, so daß das Zwischenglied (Stößel) in ständigem Kontakt mit dem Nocken bleibt und sich der Schmierfilm in der unbelasteten Kontaktstelle zwischen dem Zwischenglied und dem Abtriebsglied zu regenerieren vermag.

Die konstruktive Lösung des genannten Problems besteht bei einem Getriebe der im Oberbegriff des Patentanspruchs 6 definierten Art darin, daß die gehäusesseitige Abstützung des Abtriebsgliedes während der Ventilrast an demselben Bauteil angebracht ist, welches die gehäusesseitige Kurve im Gehäuse in geeigneter Weise führt. Ein Ausführungsbeispiel eines Getriebes mit der genannten Abstützung "von oben" ist in Fig. 3 dargestellt.

Gemäß der Darstellung nach Fig. 3 ist in teilweise geschnittener Seitenansicht ein Gehäuse 20 mit einem Ventil 21 erkennbar. Das Ventil 21 wird von einem in einem Drehgelenk 22 geführten Nocken 23 angetrieben, dessen Nockenform 23' vorzugsweise die anhand von Fig. 1 beziehungsweise Fig. 2 beziehungsweise umschriebene Wirkung auf den Stößel 24 hat. Der Nocken 23, das Gehäuse 20 und der etwa dreieckförmig ausgebildete Stößel 24 sind Teile eines viergliedrigen Getriebes, dessen viertes Getriebeglied aus einem als Abtriebsglied wirkenden Tassenstößel 25 gebildet ist. Zwischen dem Stößel 24 und dem Tassenstößel 25 bildet sich durch lineare Gleitflächen ein Schubgelenk 26 aus. Der Stößel 24 ist über ein Kurvgelenk 27 am Gehäuse abgestützt. Dieses Kurvgelenk 27 basiert einerseits auf einer als Steuerkurve 28 ausgebildeten Seite des Stößels 24 und andererseits auf einer am Gehäuse 20 abstützenden Kurve 29, beispielsweise von der Zylinderfläche einer im Gehäuse 20 sitzenden Rolle 37 oder dergleichen. Die Steuerkurve 28 des Stößels 24 setzt sich aus einem linearen Abschnitt 30 zu Verwirklichung der Ventilrast und einem Abschnitt 31, der die Ventilhebung bestimmt, zusammen. Die Veränderung der Ventilhubkurve wird entweder durch Veränderung der

Lage des Kurvgelenks 27 zwischen Stößel 24 und Gehäuse 20 in im wesentlichen in Richtung der Schubrichtung des Schubgelenks 26 zwischen Stößel 24 und Tassenstößel 25, oder durch Veränderung der Lage des Drehgelenks 22 zwischen Nocken und Gehäuse 20 in beliebiger Richtung erreicht.

Das soweit beschriebene Getriebe ist Stand der Technik. Gemäß der vorliegenden Weiterbildung im Hinblick auf Verbesserung der Kontaktverhältnisse im Kurvgelenk 32 zwischen Nocken 23 und Stößel 24 ist vorgesehen, den Tassenstößel 25 während der Ventilrast direkt im Gehäuse 20 abzustützen. Dies wird konstruktiv dadurch erreicht, daß der eine Rolle 37 führende Hebel 35 den Stößel 24 übergreift und mit seiner, ebenfalls als Zylinderausschnitt ausgebildeten Kurve 38 den Tassenstößel 25 während der Ventilrast abstützt. Zur Veränderung der Ventilhubkurve ist der Hebel 35 selbst im Drehgelenk 36 mit dem Gehäuse drehbar verbunden. Der gezeigte Verstellmechanismus (35, 36, 39) ist nur beispielhaft dargestellt und kann durch geeignete Varianten ersetzt werden.

Fig. 4 zeigt in zwei Schnitten eine zweite Ausführungsvariante bei welcher die Lage des Kurvgelenks 27 zwischen Stößel 24 und gehäusesseitiger Kurve 29 genau in Schubrichtung des Schubgelenks 26 veränderbar ist. Hierzu wird die Rolle 37 in einem zylindrischen Schiebestück 40 geführt. Das Schiebestück 40 selbst ist im Gehäuse 20 in Schubrichtung des Schubgelenks 26 verschiebbar befestigt. Das Schiebestück 40 übergreift den Stößel 24 und stützt während der Ventilrast den Tassenstößel 25 in der Fläche 41 ab.

Die in den Fig. 3 und 4 gezeigten konstruktiven Ausführungsbeispiele für die Abstützung des Abtriebsglieds während der Ventilrast sind nur exemplarisch zu verstehen.

Die Verhältnisse sind dann entsprechend übertragbar, wenn die Gelenke zwischen Abtriebsglied und Gehäuse und zwischen Stößel und Abtriebsglied als Drehgelenke ausgebildet sind. Ebenso ist eine solche Abstützung des Abtriebsglieds während der Ventilrast auch bei einer Lageveränderung des Drehgelenks zwischen Nocken und Gehäuse zur Veränderung der Ventilhubkurve ausführbar.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Betätigung der Ventile in Verbrennungsmotoren mittels eines Kurvengetriebes, bestehend aus

- a. einem Gehäuse,
- b. einem mit dem Gehäuse umlauffähig verbundenen Nocken, und
- c. einem Abtriebsglied (Stößel), welches in einem Dreh- oder Schubgelenk mit dem Gehäuse verbunden ist und die Bewegung auf das Ventil überträgt,

gekennzeichnet durch eine solche Formgebung des Nockens, daß im Intervall zwischen dem Schließen und dem erneuten Öffnen des Ventils die vom Nocken im Kurvgelenk in Normalenrichtung übertragene Beschleunigung vom Nocken weg (positiv) gerichtet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Intervall zwischen dem Schließen und dem erneuten Öffnen des Ventils die vom Nocken im Kurvgelenk in Normalenrichtung übertragene Beschleunigung im wesentlichen konstant ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Intervall zwischen dem Schließen und dem erneuten Öffnen des Ventils die vom Nocken im Kurvgelenk in Normalenrichtung übertragene Beschleunigung wesentlich kleiner ist als die Höchstwerte der Beschleunigung.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch eine solche Formgebung des Nockens, daß innerhalb einer Nockenumdrehung nur ein einziges Intervall positiver Beschleunigung auftritt.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch eine solche Formgebung des Nockens, daß im Verlauf der Beschleunigung keine Sprungstelle auftritt.

6. Vorrichtung zur variablen Betätigung der Ventile in Verbrennungsmotoren mittels eines Kurvengetriebes, bestehend aus

- a. einem Gehäuse,
- b. einem mit dem Gehäuse umlauffähig verbundenen Nocken,
- c. Abtriebsglied, welches in einem Dreh- oder Schubgelenk mit dem Gehäuse verbunden ist und die Bewegung auf das Ventil überträgt, und
- d. einem Zwischenglied, welches zur Übertragung der Ventilbewegung mit dem Nocken über ein Kurvgelenk, mit dem Gehäuse über ein weiteres Kurvgelenk und mit dem Abtriebsglied über ein Dreh- oder Schubgelenk verbunden ist, wobei die Formgebung der Nocken so ist, daß im Intervall zwischen dem Schließen und dem erneuten Öffnen des Ventils die vom Nocken im Kurvgelenk in Normalenrichtung übertragene Beschleunigung vom Nocken weg (positiv) gerichtet ist oder im wesentlichen konstant ist, oder wesentlich kleiner ist als die Höchstwerte der Beschleunigung,

dadurch gekennzeichnet, daß das Abtriebsglied während der Ventilrast nur am Ventil und im Gehäuse abgestützt ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch eine Formgebung des Nockens derart, daß innerhalb einer Nockenumdrehung nur ein einziges Intervall positiver Beschleunigung auftritt.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 7, gekennzeichnet durch eine Formgebung des Nockens derart, daß im Verlauf der Beschleunigung keine Sprungstelle auftritt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

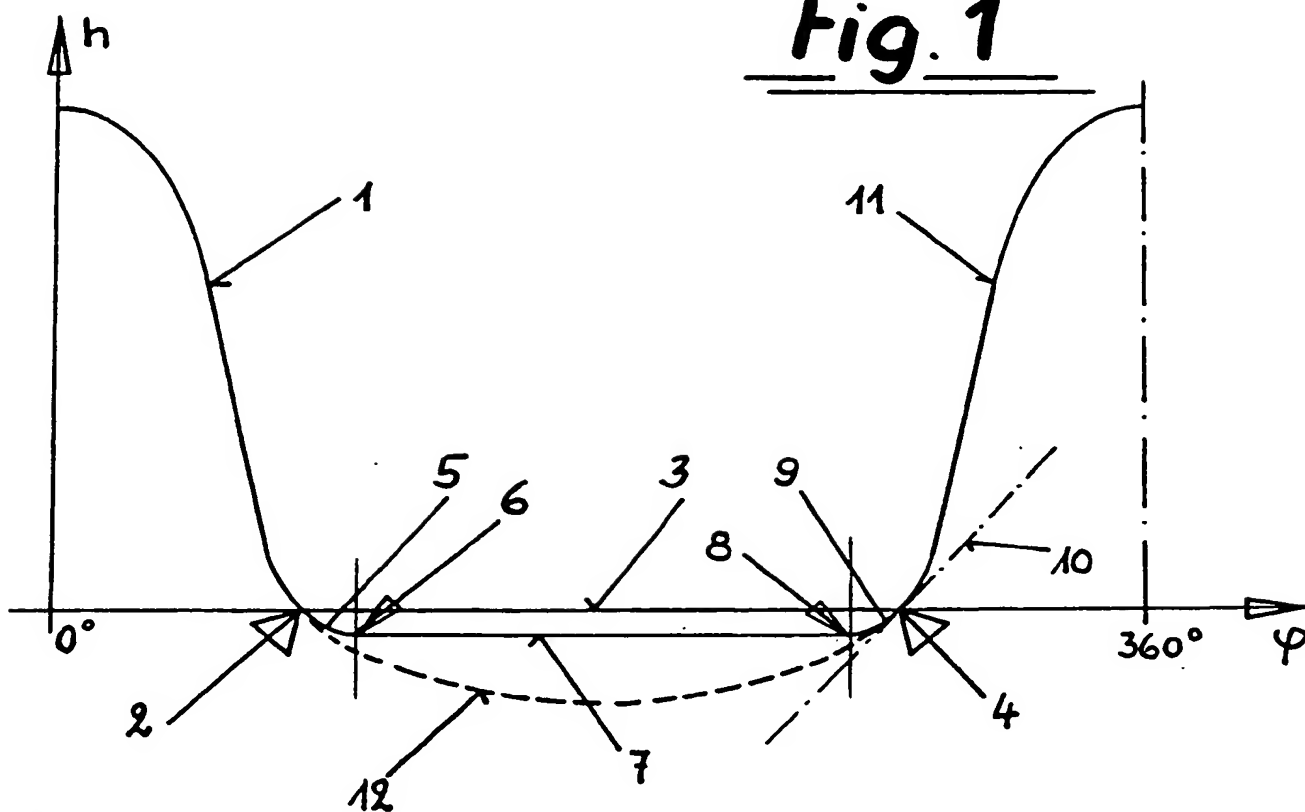
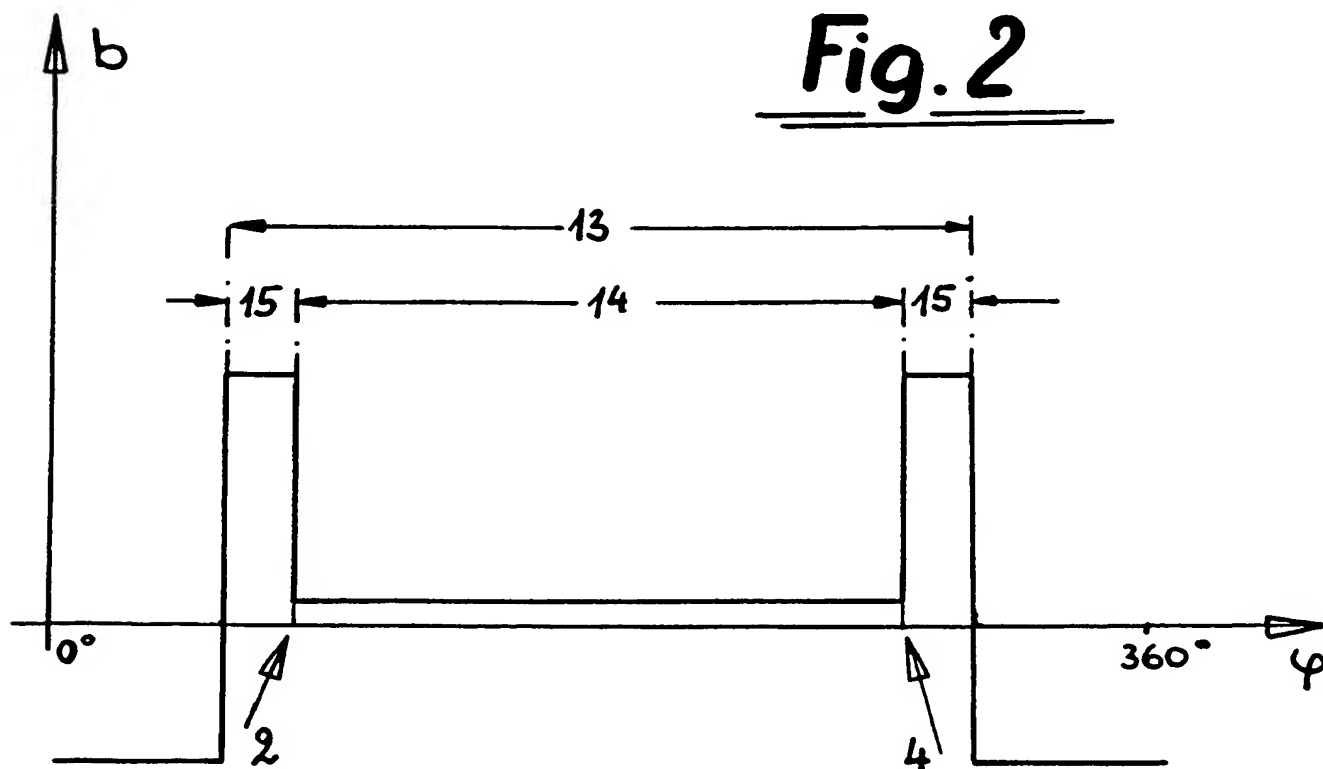


Fig. 2



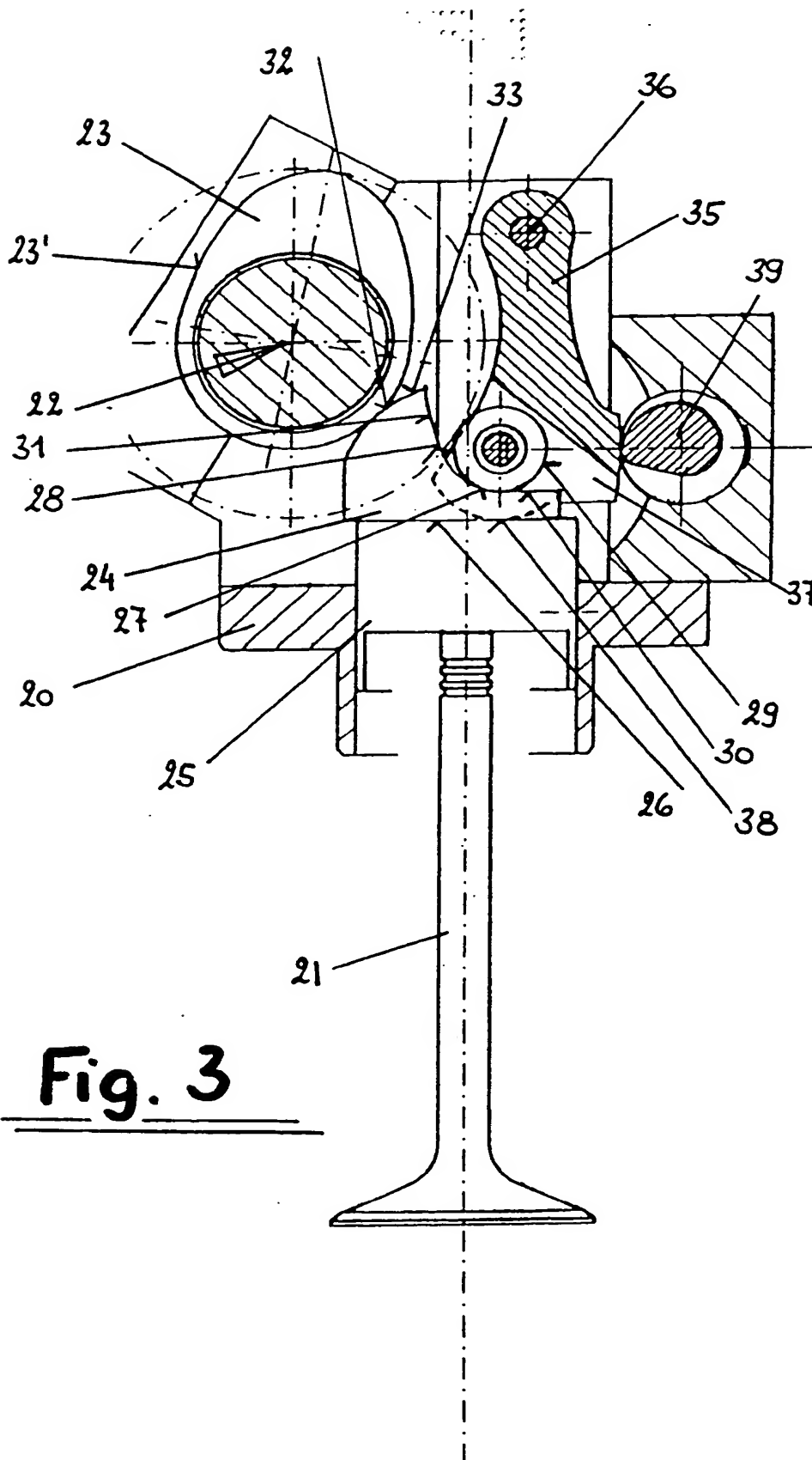


Fig. 3

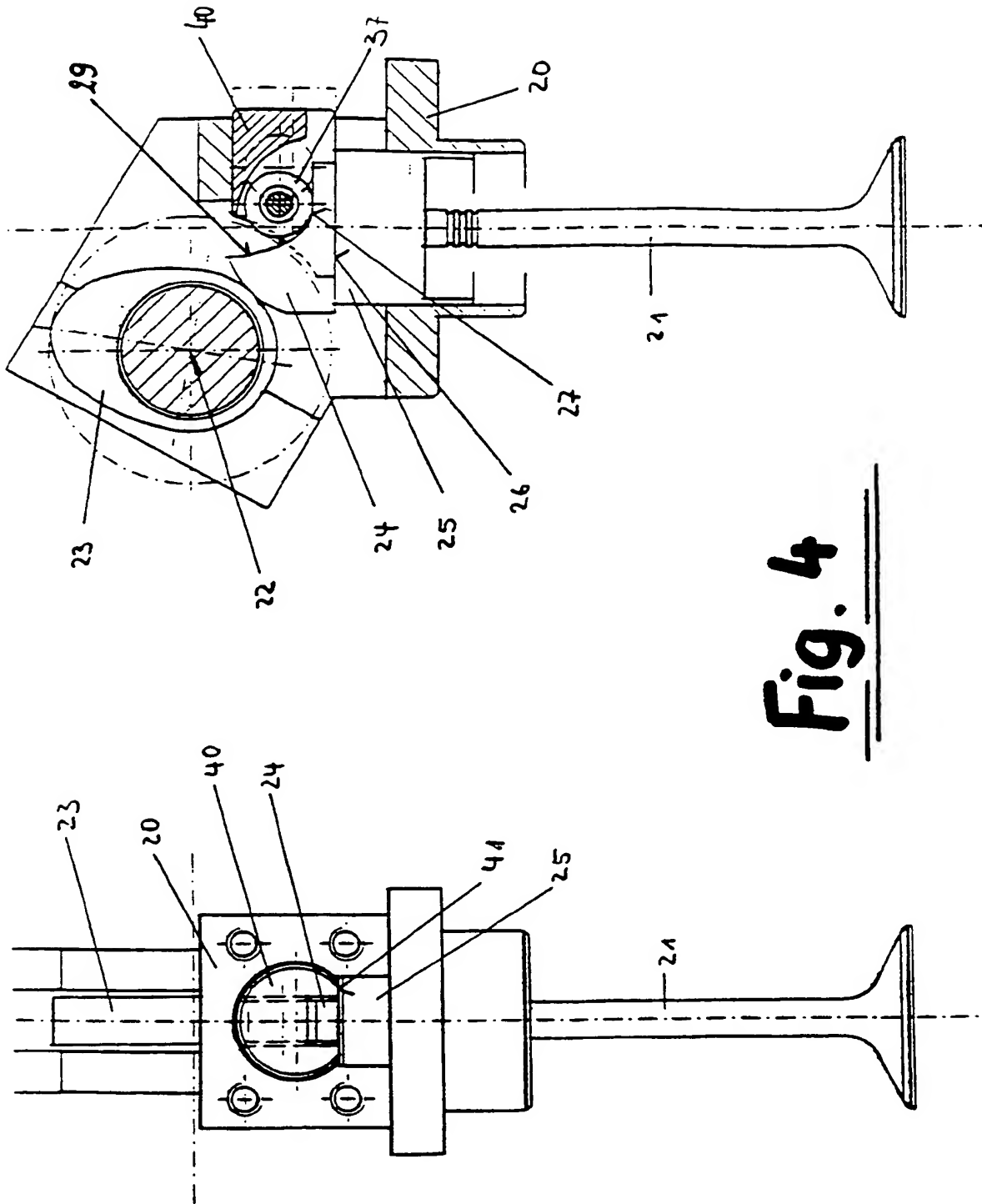


Fig. 4